



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISA PENGARUH KECEPATAN DAN POSISI GIGI
TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG
CO₂ PADA MOBIL HONDA CR-V DAN TOYOTA LIMO
SEBAGAI PENDUKUNG DARI PROGRAM *SMART DRIVING***

TUGAS AKHIR

**DELLA WIDAYANA
L2E 005 440**

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
SEMARANG
DESEMBER 2010**

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada

Nama : Della Widayana

NIM : L2E 005 440

Jangka waktu :

Judul : ANALISA PENGARUH KECEPATAN DAN POSISI GIGI TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG CO₂ PADA MOBIL HONDA CR-V DAN TOYOTA LIMO SEBAGAI PENDUKUNG DARI PROGRAM MENGEMUDI *SMART DRIVING*

Isi tugas :

- Mengetahui korelasi antara posisi gigi dan kecepatan terhadap konsumsi bahan bakar.
- Mengetahui kecepatan optimum tiap gigi untuk konsumsi bahan bakar paling hemat.
- Mengetahui korelasi antara posisi gigi dan kecepatan terhadap emisi gas CO₂.
- Mengetahui hubungan konsumsi bahan bakar dengan emisi gas buang CO₂.
- Menganalisa hubungan antara kecepatan dan posisi gigi terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO₂ sehingga dapat diperoleh suatu persamaan yang dapat dipakai sebagai dasar dari pengembangan simulator mengemudi ataupun sebagai dasar sebagai pembuatan sebuah alat ukur konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang.

Semarang , Desember 2010

Dosen pembimbing,

Dr. Ir. Nazaruddin Sinaga, MS

NIP : 196112171987031001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Della Widayana

NIM : L2E005440

Tanda Tangan :


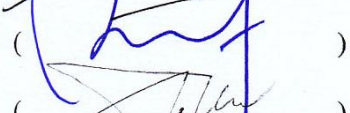

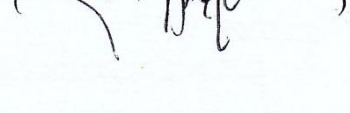
Tanggal : 27 Desember 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Della Widayana
NIM : L2E005440
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Kecepatan dan Posisi Gigi terhadap
Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang CO₂ pada
Mobil Honda CRV dan Toyota Limo sebagai Pendukung
Program *Smart Driving*

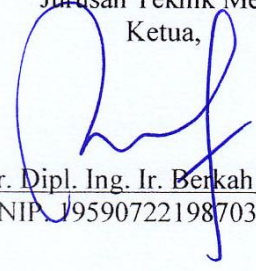
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing	: Dr. Ir. Nazaruddin Sinaga, MS	()
Penguji	: Dr. Dipl. Ing. Ir. Berkah Fajar TK	()
Penguji	: Ir. Sugeng Tirta Atmaja, MT	()
Penguji	: Dr. Jamari, ST, MT	()

Semarang, 27 Desember 2010

Jurusan Teknik Mesin
Ketua,


Dr. Dipl. Ing. Ir. Berkah Fajar TK
NIP. 1959072219870310003

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Della Widayana
NIM : L2E005440
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisa Pengaruh Kecepatan dan Posisi Gigi terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang CO₂ pada Mobil Honda CRV dan Toyota Limo sebagai Pendukung Program *Smart Driving*

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 27 Desember 2010

Yang menyatakan

(Della Widayana)

Abstrak

Bahan bakar minyak adalah sumber energi yang paling banyak digunakan di dunia, termasuk Indonesia. Sektor transportasi, terutama sub sektor transportasi jalan adalah pengguna terbesar dari bahan bakar minyak. Bersamaan dengan besarnya penggunaan bahan bakar minyak di sub sektor transportasi jalan, sub sektor ini juga menjadi penyumbang zat pencemar seperti gas CO₂ dan menyebabkan pemanasan global. Dalam rangka usaha mengurangi penggunaan bahan bakar dari sub sektor transportasi jalan diperkenalkan suatu metode berkendara yang hemat energi, ramah lingkungan, aman dan nyaman, metode berkendara *Smart Driving*. Metode ini menggunakan strategi perilaku pengemudi dalam berkendara agar dicapai konsumsi bahan bakar yang paling efisien. Salah satunya adalah teknik penggunaan posisi gigi dan pengaturan kecepatan.

Pengujian untuk mengetahui korelasi kecepatan dan posisi gigi terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO₂ dilakukan di Laboratorium Konservasi dan Efisiensi Energi Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro. Pengujian menggunakan mobil Honda CRV dan Toyota Limo dengan dynamometer dan chasisnya dan alat ukur berupa gas analyzer dan engine scanner. Selain pengujian di Laboratorium, pengujian juga dilakukan di Jalan Raya Mangkang-Kendal dengan penambahan alat berupa gps trip recorder agar dapat mengetahui hasil pada kondisi jalan sebenarnya, baik jalan lurus, berkelok, tanjakan maupun turunan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa Honda CRV dan Toyota Limo memiliki hubungan kecepatan terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi CO₂ berbentuk polinomial pangkat tiga di setiap gigi. Jika hubungan ini dibuat tanpa memperhatikan posisi gigi, persamaan yang dihasilkan memiliki tingkat error sampai dengan 51%, sehingga posisi gigi harus diperhatikan. Pengaruh posisi gigi terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi CO₂ menunjukkan bahwa semakin tinggi posisi gigi, maka konsumsi bahan bakar dan tingkat emisi CO₂ semakin rendah. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar dan emisi CO₂ memiliki hubungan yang linier.

Kata kunci : konsumsi bahan bakar, emisi gas buang, kecepatan, posisi gigi

Abstract

Fuel oil is generally used as an energy source. The most absorbing sector is transportation, especially road transport. Meanwhile road transport also produce huge amount of pollutant like CO₂ which is lead to global warming. Smart Driving is a program to decrease fuel consumption with easy, safe, and comfort method. It is aim to change driving behavior of driver so they can drive at the optimum use of fuel and saving nature together. One way is using high gear position and controlling in vehicle speed.

The experiment test runs to find the correlation between speed and gear position with fuel consumption and emission levels. It was taking placed at Efficiency and Energy Conservation Laboratory, Mechanical Engineering of Diponegoro University. This experiment using a Honda CRV and Toyota Limo as objects, and dynamometer to measure power. The other instruments is gas analyzer and engine scanner which using to a few parameters such as engine speed, vehicle speed, fuel consumption, etc. Both can be connecting to computer so we can see the parameters at real time or playback. The other experiment is road test, in this test we carried the car on the road to see the actual condition and we using additional tool like GPS trip recorder to find out the actual condition of road, where they straight, curved, or incline.

The results showed that correlation between vehicle speed on fuel consumption and CO₂ level is parabolic with cubic equation at the both cars for every gear. If we ignore gears position it has high error value, until 50% which make gears position is essential part. Gear positions also have an effect to CO₂ level. The higher the gear will make the lower CO₂ level. This result concluding that between fuel consumption and CO₂ level have linearity related.

Keyword: fuel consumption, emission CO₂, vehicle speed, gear position.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua, kakak, adik, dan keponakan yang lucu-lucu. Terimakasih atas cinta dan doa yang selalu menyertai penulis.
2. Aria 'Ambhon' Dewangga. Terimakasih atas segala kerja keras, bantuan tanpa kenal lelah, dan kerelaan untuk membantu penulis melakukan pengujian.
3. Mas 'Yayuk' Martono. Terimakasih atas segala bantuan dan kesabaran dalam membantu penulis untuk urusan software dan koneksinya.
4. Nuranto Aghi 'Lemu'. Terimakasih atas kerelaannya menjadi pemberat dan asisten penulis selama pengujian.
5. Double Ozan, Bahrudin R Fauzan dan Faozan Saptadi. Terimakasih atas segala bantuan, saran dan kritikan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
6. Kosim Abdurrohman. Terimakasih atas masukan, diskusi dan kerjasamanya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
7. Mas 'Broto' Subroto, selaku teknisi laboratorium. Terimakasih atas segala bantuan perbaikan-perbaikan peralatan pengujian Tugas Akhir ini.
8. Bapak Ir. Tabah Priangkoso. Terimakasih atas bimbingan dan kesabaran menjawab pertanyaan-pertanyaan penulis.
9. Bapak Joko, selaku pengemudi taksi bluebird. Terimakasih atas bantuan peminjaman armadanya.
10. Andi 'Stupid Cupid' Kurniawan. Terimakasih atas pengertian, perhatian, dan omelannya yang selalu memberi semangat penulis.
11. Teman-teman Teknik Mesin UNDIP Angkatan 2005 yang telah memberikan dukungan selama penulis menyusun laporan Tugas Akhir ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan YME atas berkat dan rahmat-Nya sehingga dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Analisa Pengaruh Kecepatan dan Posisi Gigi terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Mobil Honda CR-V dan Toyota Limo sebagai Pendukung Program Mengemudi *Smart Driving*”.

Terselesaikannya laporan ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih kepada :

12. Bapak Dr. Ir. Nazaruddin Sinaga, MS selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
13. Management proyek Casindo atas bantuan dana dari Belanda untuk pengadaan beberapa alat pengujian.
14. Direktorat Bina Sistem Transportasi Perkotaan, Direktorat Jendral Perhubungan Darat, Kementrian Perhubungan, atas kerjasama dalam sosialisasi metode mengemudi ‘*Smart Driving*’.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai segala saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat dan dimanfaatkan bagi pihak manapun yang membutuhkannya.

Semarang, Desember 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN TUGAS SARJANA.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
NOMENCLATUR.....	xxi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Metodologi Penelitian	4
1.5. Sistematika Penulisan	5
 BAB II DASAR TEORI	
2.1. Program Mengemudi Smart Driving.....	6
2.2. Review Literatur.....	7
2.3. Teori Pembakaran	14
2.3.1. Konsep Pembakaran.....	14
2.3.2. Jenis Pembakaran	15
2.3.3. Persamaan Reaksi Pembakaran.....	16

2.3.4.	Bahan Bakar pada Mesin Bensin	18
2.4.	Parameter Prestasi Mesin	19
2.4.1.	Torsi dan Daya Pengereman	19
2.4.2.	Tekanan Efektif Rata-rata	22
2.4.3.	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik.....	22
2.4.4.	Efisiensi.....	23
2.5.	Dinamika Kendaraan.....	24
2.5.1.	Vehicle Dynamics	24
2.5.1.1.1.	Gaya Aerodinamik	25
2.5.1.1.2.	Gaya Rolling	26
2.5.2.	Driveline Dynamics	29
2.6.	Mesin EFI.....	30
2.6.1.	Perkembangan Sistem Bahan Bakar	30
2.6.2.	Prinsip Kerja Mesin EFI	31
2.6.3.	Komponen dan Konstruksi Dasar Mesin EFI	32
2.6.4.	Kelemahan dan Kelebihan Mesin EFI	33
2.7.	Konsumsi Bahan Bakar.....	34
2.8.	Emisi Gas Buang.....	37

BAB III PENGUJIAN KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN KADAR GAS BUANG

3.1.	Diagram Alir Metodologi Pengujian.....	39
3.2.	Peralatan Pengujian	40
3.2.1.	Deskripsi Alat Uji	40
3.2.2.	Kendaraan Uji	40
3.2.3.	Peralatan Pengujian	43
3.3.	Persiapan Pengujian	56
3.3.1.	Persiapan Pengujian di Laboratorium	56
3.3.2.	Persiapan Pengujian di Jalan.....	60
3.4.	Prosedur Pengujian	63
3.4.1.	Prosedur Pengujian di Laboratorium	63
3.4.2.	Prosedur Pengujian di Jalan	64

3.5. Data Pengujian	64
3.5.1. Data Pengujian Konsumsi Bahan Bakar	64
3.5.2. Data Pengujian Emisi Gas Buang	73
3.5.3. Data GPS Trip Recorder	81
 BAB IV ANALISIS DAN DISKUSI	
4.1. Korelasi antara Posisi Gigi dan Kecepatan terhadap Konsumsi Bahan Bakar	83
4.2. Korelasi antara Kecepatan terhadap Konsumsi Bahan Bakar.	96
4.3. Korelasi antara Posisi Gigi dan Kecepatan terhadap Kadar Emisi Gas Buang.....	99
4.4. Korelasi antara Kecepatan terhadap Kadar Emisi Gas Buang	103
4.5. Korelasi antara Konsumsi Bahan Bakar terhadap Kadar Emisi Gas Buang CO ₂	105
4.6. Analisis Konsumsi Bahan Bakar.....	108
4.7. Analisis Kadar Emisi Gas Buang.....	128
4.8. Diskusi	129
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	131
5.2. Saran.....	133

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Komposisi penggunaan sumber energi di Indonesia dan dunia .	1
Gambar 1.2	Hubungan laju rata-rata dengan konsumsi bahan bakar	3
Gambar 1.3	Hubungan laju kendaraan dengan tingkat emisi karbondioksida	4
Gambar 2.1	Skema Sistem Penyaluran Bahan Bakar Menjadi Gas Buang ...	9
Gambar 2.2	Dinamometer hidraulik	14
Gambar 2.3	Skema dari prinsip operasi dinamometer	14
Gambar 2.4	Kurva performa mesin mobil toyota vios.....	15
Gambar 2.5	Gaya yang bekerja pada mobil yang bergerak pada jalan miring	18
Gambar 2.6	Koefisien drag dari berbagai bentuk	19
Gambar 2.7	Hubungan Tekanan Inflasi Ban dengan Koefisien Gesek Rolling	20
Gambar 2.8	Hubungan temperature relative ban dengan tahanan rolling.....	21
Gambar 2.9	Hubungan kecepatan dengan koefisien gesek rolling	21
Gambar 2.10	Hubungan tekanan inflasi ban terhadap koefisien pers. 2.19.....	22
Gambar 2.11	Komponen dari powertrain kendaraan	23
Gambar 2.12	Aliran daya dan beban pada <i>drivetrain</i> kendaraan.....	23
Gambar 2.13	Persentase aliran energi dari bahan bakar di jalan perkotaan	29
Gambar 2.14	Efek kecepatan terhadap konsumsi bahan bakar.....	31
Gambar 2.15	Hubungan Laju Rata-rata dengan Konsumsi Bahan Bakar.....	32
Gambar 2.16	Kecepatan Kendaraan dan Konsumsi Bahan Bakar.....	33
Gambar 2.17	Hubungan Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar	33
Gambar 2.18	Hubungan Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar	34
Gambar 2.19	Hubungan Posisi Gigi dan Konsumsi Bahan Bakar.....	34
Gambar 2.20	Hubungan Posisi Gigi dan Konsumsi Bahan Bakar pada Truk .	35
Gambar 2.21	Hubungan temperature lingkungan terhadap konsumsi bahan ..	35
Gambar 2.22	Hubungan rpm dengan konsumsi bahan bakar spesifik.....	36
Gambar 2.23	Hubungan equivalence ratio dengan konsumsi bahan bakar spesifik	37

Gambar 2.24	Hubungan volume mesin (l) dengan konsumsi bahan bakar (l/100km) dan emisi CO ₂ (g/km).....	37
Gambar 2.25	Hubungan volume mesin dengan konsumsi bahan bakar spesifik	38
Gambar 2.26	Emisi pada Mobil	38
Gambar 2.27	Hubungan Kecepatan Kendaraan terhadap Emisi NO _x	40
Gambar 2.28	Hubungan Kecepatan Kendaraan terhadap Emisi NO _x	40
Gambar 2.29	Hubungan Kecepatan Kendaraan terhadap Emisi CO	41
Gambar 2.30	Hubungan Kecepatan Kendaraan terhadap Emisi CO	41
Gambar 2.31	Hubungan Kecepatan Kendaraan dengan Emisi CO ₂	42
Gambar 2.32	Hubungan Konsumsi Bahan Bakar dengan Emisi CO ₂	42
Gambar 2.33	Hubungan Konsumsi Bahan Bakar dengan Emisi CO ₂	43
Gambar 2.34	Hubungan Konsumsi Bahan Bakar dengan Emisi NO _x	43
Gambar 3.1	Diagram alir metodologi Penelitian	44
Gambar 3.2	Kendaraan Uji Honda New CR-V.....	46
Gambar 3.3	Kendaraan Uji Toyota Limo	47
Gambar 3.4	Engine Scanner PALMER	49
Gambar 3.5	Display Software Scan XL.....	49
Gambar 3.6	Gas Analyzer.....	53
Gambar 3.7	Trip Recorder (GPS)	54
Gambar 3.8	Tampilan Data GPS dengan Google Map.....	54
Gambar 3.9	Environment meter.....	55
Gambar 3.10	Tire Pressure Gauge	56
Gambar 3.11	Dynamometer	57
Gambar 3.12	Water Pump & Water Tank.....	57
Gambar 3.13	Chassis Dynamometer.....	57
Gambar 3.14	Proximity Sensor	58
Gambar 3.15	Display Tachometer	59
Gambar 3.16	Load Cell.....	59
Gambar 3.17	Display timbangan digital	60
Gambar 3.18	Cooling Fan.....	60
Gambar 3.19	Inverter	61

Gambar 3.20	Susunan Alat Uji di Laboratorium	62
Gambar 3.21a	Pemasangan kabel engine scanner ke soket OBD II	64
Gambar 3.21b	Sambungan kabel OBD II engine scanner ke komputer	64
Gambar 3.22a	Memasang probe gas analyzer ke knalpot	65
Gambar 3.22b	Gas analyzer	65
Gambar 3.22c	Menghubungkan gas analyzer ke komputer.....	65
Gambar 3.23a	Pemasangan probe gas analyzer ke knalpot	66
Gambar 3.23b	Pengamanan selang gas analyzer dengan cara dilakban ke body mobil	66
Gambar 3.24	Susunan peralatan dalam kendaraan untuk pengujian di jalan ..	67
Gambar 3.25	Google Map Trip Recorder Pengujian Honda CRV	86
Gambar 3.26	Data Trip Recorder Pengujian Honda CRV	86
Gambar 3.27	Google Map Trip Recorder Pengujian Toyota Limo	87
Gambar 3.28	Data Trip Recorder Pengujian Toyota Limo.....	87
Gambar 4.1	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Honda CRV di lab pada Posisi Gigi 1	88
Gambar 4.2	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Honda CRV di lab pada Posisi Gigi 2.....	89
Gambar 4.3	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Honda CRV di lab pada Posisi Gigi 3.....	89
Gambar 4.4	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Honda CRV di lab pada Posisi Gigi 4.....	90
Gambar 4.5	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Honda CRV di lab pada Posisi Gigi 5.....	90
Gambar 4.6	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Honda CRV di lab pada Berbagai Posisi Gigi	91
Gambar 4.7	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Mobil Honda CRV di jalan pada Posisi Gigi 1	91
Gambar 4.8	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Mobil Honda CRV di jalan pada Posisi Gigi 2	92

Gambar 4.9	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Mobil Honda CRV di jalan pada Posisi Gigi 3	92
Gambar 4.10	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Mobil Honda CRV di jalan pada Posisi Gigi 4	93
Gambar 4.11	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Mobil Honda CRV di jalan pada Posisi Gigi 5	93
Gambar 4.12	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Mobil Honda CRV di jalan pada Berbagai Posisi Gigi	94
Gambar 4.13	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo pada Posisi Gigi 1 di lab	94
Gambar 4.14	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo pada Posisi Gigi 2 di lab	95
Gambar 4.15	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo pada Posisi Gigi 3 di lab	95
Gambar 4.16	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo pada Posisi Gigi 4 di lab	96
Gambar 4.17	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo pada Posisi Gigi 5 di lab	96
Gambar 4.18	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo pada Berbagai Posisi Gigi di lab	97
Gambar 4.19	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo pada Posisi Gigi 1 di jalan.....	97
Gambar 4.20	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo pada Posisi Gigi 2 di jalan.....	98
Gambar 4.21	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo pada Posisi Gigi 3 di jalan.....	98
Gambar 4.22	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo pada Posisi Gigi 4 di jalan.....	99
Gambar 4.23	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo pada Posisi Gigi 5 di jalan.....	99

Gambar 4.24	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo pada Berbagai Posisi Gigi di jalan	100
Gambar 4.25	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Honda CRV di lab	102
Gambar 4.26	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Honda CRV di jalan	102
Gambar 4.27	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo di lab	103
Gambar 4.28	Grafik Korelasi Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo di jalan	103
Gambar 4.29	Grafik Korelasi Kecepatan dan Emisi Gas CO ₂ pada Berbagai Posisi Gigi Honda CRV di lab	104
Gambar 4.30	Grafik Korelasi Kecepatan dan Emisi Gas CO ₂ pada Berbagai Posisi Gigi Honda CRV di jalan	105
Gambar 4.31	Grafik Korelasi Kecepatan dan Emisi Gas CO ₂ pada Berbagai Posisi Gigi Toyota Limo di lab	105
Gambar 4.32	Grafik Korelasi Kecepatan dan Emisi Gas CO ₂ pada Berbagai Posisi Gigi Toyota Limo di lab	106
Gambar 4.33	Grafik Korelasi Kecepatan dan Emisi Gas CO ₂ Honda CRV di lab	108
Gambar 4.34	Grafik Korelasi Kecepatan dan Emisi Gas CO ₂ Honda CRV di jalan	109
Gambar 4.35	Grafik Korelasi Kecepatan dan Emisi Gas CO ₂ Toyota Limo di lab	109
Gambar 4.36	Grafik Korelasi Kecepatan dan Emisi Gas CO ₂ Toyota Limo di jalan	110
Gambar 4.37	Grafik Korelasi Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas CO ₂ pada Honda CRV di lab	111
Gambar 4.38	Grafik Korelasi Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas CO ₂ pada Honda CRV di jalan	111

Gambar 4.39	Grafik Korelasi Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas CO ₂ pada Toyota Limo di lab	112
Gambar 4.40	Grafik Korelasi Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas CO ₂ pada Toyota Limo di jalan	112
Gambar 4.41	Grafik Korelasi putaran engine terhadap konsumsi bahan bakar pada Honda CRV di lab	116
Gambar 4.42	Grafik Korelasi putaran engine terhadap konsumsi bahan bakar pada Honda CRV di lab	116
Gambar 4.43	Grafik Korelasi putaran engine terhadap konsumsi bahan bakar pada Honda CRV di jalan	117
Gambar 4.44	Grafik Korelasi putaran engine terhadap konsumsi bahan bakar pada Honda CRV di jalan	117
Gambar 4.45	Grafik Korelasi putaran engine terhadap konsumsi bahan bakar pada Toyota Limo di lab	118
Gambar 4.46	Grafik Korelasi putaran engine terhadap konsumsi bahan bakar pada Toyota Limo di lab	118
Gambar 4.47	Grafik Korelasi putaran engine terhadap konsumsi bahan bakar pada Toyota Limo di jalan	119
Gambar 4.48	Grafik Korelasi putaran engine terhadap konsumsi bahan bakar pada Toyota Limo di jalan	119
Gambar 4.49	Grafik korelasi konsumsi bahan bakar di lab dan di jalan pada Pengujian Honda CRV gigi 3	122

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Spesifikasi Honda New CRV	41
Tabel 3.2.	Spesifikasi Toyota Limo	42
Tabel 3.3.	Data Engine Scanner Honda CRV	45
Tabel 3.4.	Data Engine Scanner Toyota Limo	46
Tabel 3.5.	Spesifikasi Environment meter	50
Tabel 3.6.	Data Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Honda CRV di Lab	65
Tabel 3.7.	Data Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Honda CRV di Jalan	67
Tabel 3.8.	Data Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo di Lab	69
Tabel 3.9.	Data Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Toyota Limo di Jalan	71
Tabel 3.10.	Data Pengujian Emisi Gas Buang Honda CRV di Lab	73
Tabel 3.11.	Data Pengujian Emisi Gas Buang Honda CRV di Jalan	75
Tabel 3.12.	Data Pengujian Emisi Gas Buang Toyota Limo di Lab	77
Tabel 3.13.	Data Pengujian Emisi Gas Buang Toyota Limo di Jalan	79
Tabel 4.1.	Persamaan korelasi kecepatan terhadap konsumsi bahan bakar pergigi pada Honda CRV dan Toyota Limo	109
Tabel 4.2.	Perbedaan Konsumsi Bahan Bakar di Lab dan di Jalan untuk Honda CRV dari Data Scanner Palmer	116
Tabel 4.3.	Perbedaan Konsumsi Bahan Bakar di Lab dan di Jalan untuk Toyota Limo dari Data Scanner Palmer	118
Tabel 4.4.	Perbandingan Selisih Konsumsi Bahan Bakar Jalan-Lab dari Perhitungan Daya dan dari Data pada Honda CRV	122
Tabel 4.5.	Perbandingan Selisih Konsumsi Bahan Bakar Jalan-Lab dari Perhitungan Daya dan dari Data pada Toyota Limo	123

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Spesifikasi Kendaraan Uji
Lampiran 2	Spesifikasi Bahan Bakar Premium
Lampiran 3	Dokumentasi Pengujian
Lampiran 4	Dokumentasi Berbagai Perlatan Pengukur Konsumsi Bahan Bakar
Lampiran 5	Data yang Terbaca Oleh Scanner Palmer
Lampiran 6	Kalibrasi Fuel Consumption meter

NOMENKLATUR

AFR	: Air Fuel Ratio (ratio udara bahan bakar)
λ	: Derajat campuran udara dan bahan bakar
m_a	: Massa udara yang dibutuhkan untuk pembakaran (kg)
m_f	: Massa bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran (kg)
$F_t(t)$: Gaya yang dihasilkan mesin setelah dikurangi gesekan dan lain-lain (N)
$F_a(t)$: Gaya hambatan aerodinamis (N)
$F_r(t)$: Gaya hambatan rolling (N)
$F_g(t)$: Gaya akibat gravitasi jika jalan tidak horizontal (N)
ρ_a	: Gerapatan udara (kg/m^3)
A_f	: Luas penampang potongan yang menumbuk udara (m^2)
c_d	: Koefisien drag kendaraan
v	: Kecepatan kendaraan (m/s)
c_r	: Koefisien gesek rolling
p_t	: Tekanan ban (psi)
m_v	: Massa kendaraan (kg)
g	: Percepatan gravitasi (m/s^2)
α	: Sudut kemiringan jalan ($^\circ$)
T	: Torsi (Nm)
F	: Gaya (N)
r	: Panjang lengan (m)
P	: Daya (kW)
π	: Konstanta
N	: Kecepatan rotasi <i>crankshaft</i> (rpm)
sfc	: Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/W)
\dot{m}	: Kecepatan aliran bahan bakar di dalam mesin (kg/s)
\dot{W}	: Daya mesin (Watt/s)

bsfc	: Konsumsi baha bakar spesifik pengereman (kg/W)
C_8H_{18}	: isooktana
O_2	: oksigen
N_2	: Nitrogen
CO_2	: Karbon Dioksida
CO	: Karbon Monoksida
H_2O	: Air
HC	: Hidrokarbon
NO _x	: Nitrogen Oksida
SO _x	: Sulfida Oksida
MAF	: Kecepatan massa aliran udara yang masuk ke ruang bakar (g/s)
FR	: Kecepatan massa aliran bahan bakar yang masuk ke ruang bakar (g/s)
FC	: Konsumsi bahan bakar (g/km atau l/100 km)